

## RANCANG BANGUN ALAT PERLAKUAN PANAS PERMUKAAN TIPE *FLAME HARDENING*

**Ferbi Surya Dwitya**

D3 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : [Dwityasurya5@gmail.com](mailto:Dwityasurya5@gmail.com)

**Tri Hartutuk Ningsih**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email : [triningsih@unesa.ac.id](mailto:triningsih@unesa.ac.id)

### Abstrak

Tujuan dalam penelitian ini untuk terciptanya alat perlakuan panas permukaan tipe *flame hardening* di Teknik Mesin UNESA. Dalam penelitian ini berbentuk rancang bangun alat. Proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit (besi karbida) dalam *austenit* yang kemudian di *quench*, di sini rancang bangun sudah melalui observasi dari berbagai sumber bahwa tidak adanya pengatur kecepatan dan pengatur jarak pada alat *flame hardening*, dan alat yang ada dimensinya terlalu besar. Hasil yang diinginkan dalam penelitian ini adalah agar alat *flame hardening* mempunyai dimensi yang kecil agar dapat di jual di pasaran. Mempunyai pengatur kecepatan dan pengatur jarak nozel, kran air.

**Kata Kunci:** Alat *Flame Hardening*, *quench*.

### Abstract

The purpose of research is to create a flame hardening type heat treatment tool in UNESA Mechanical Engineering. In this study the form of design tools. This process is carried out at high temperatures, namely at the austenizing temperature used to dissolve cementite (iron carbide) in austenite which is then quenched, here the design has been through observation from various sources that there is no speed regulation and spacing on the flame hardening device, and tools that have dimensions too large. The desired result in this study is that the flame hardening tool has small dimensions so that it can be sold on the market. Has speed control and spacer nozzles, water faucets.

**Keywords:** *Flame Hardening Tool*, *quench*.

### PENDAHULUAN

Alat *flame hardening* memiliki peranan penting dalam kegiatan pembelajaran. Alat ini mampu memberikan pembelajaran visual kepada mahasiswa secara langsung antara lain untuk mendorong motivasi belajar, memperjelas dan mempermudah konsep yang abstrak dan mempertinggi daya serap belajar.

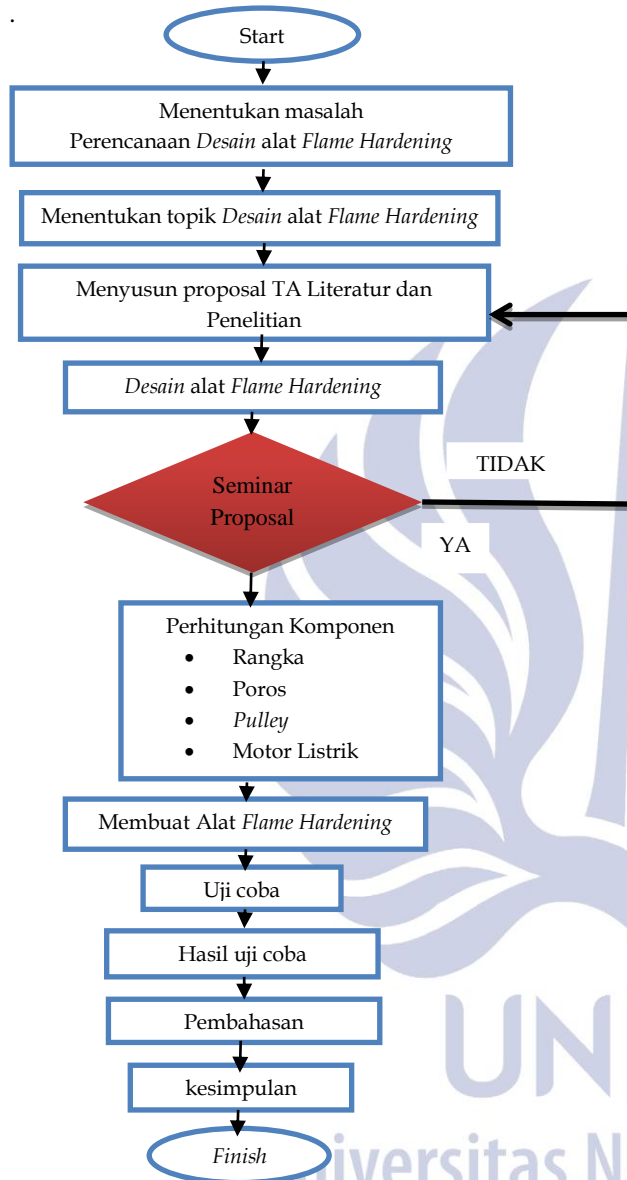
Proses pengerasan atau *hardening* adalah suatu proses perlakuan panas yang dilakukan untuk menghasilkan suatu benda kerja yang keras, proses ini dilakukan pada temperatur tinggi yaitu pada temperatur austenisasi yang digunakan untuk melarutkan sementit (besi karbida) dalam *austenit* yang kemudian di *quench*. (Amant dkk., 2003:5) Pada tahap ini akan menghasilkan terperangkapnya karbon yang akan menyebabkan bergesernya atom-atom sehingga terbentuk struktur *body center tetragonal* atau struktur yang tidak setimbang yang disebut *martensit* yang bersifat keras dan getas.

Perlunya perlakuan panas dilakukan untuk mengurangi perubahan bentuk pada saat dikerjakan atau setelah dikerjakan atau hasil suatu konstruksi, merubah sifat-sifat bahan dan menghilangkan tegangan-tegangan sisa. Semakin tinggi kadar karbon dalam suatu baja maka kemampuan baja tersebut untuk dikeraskan akan semakin baik. Hasil observasi, Komponen-komponen yang ada pada alat *flame hardening* di industri meliputi.

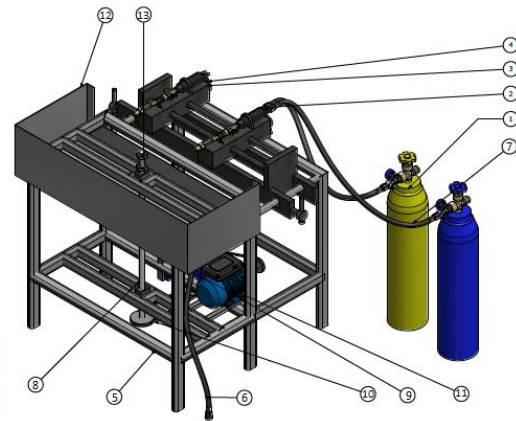
Rangka, nozel las oksidasi, motor listrik, dan cekam. Alat *flame hardening* belum tersedia di pasaran untuk dimensi yang sederhana dan untuk di laboratorium uji bahan masih belum ada. Alat penggerak untuk benda uji belum tersedia dipasaran, selain itu juga melihat kurangnya fasilitas untuk mengatur jarak antara *nozzle* dengan benda uji, dan jarak antara *nozzle* dan pendingin masih belum bisa diatur sesuai kebutuhan. Penggunaan alat *flame hardening* sebagai media pembelajaran khususnya materi pengujian bahan belum ada, sehingga dosen masih menjelaskan secara verbal kepada mahasiswa tanpa ada alat peraganya.

Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tugas akhir dengan judul “Rancang Bangun Alat Perlakuan Panas Permukaan Tipe *Flame Hardening*”.

## METODE



Gambar 1. Flow Chart Metode Rancang Bangun



Gambar 2. Rangka Keseluruhan

### Keterangan :

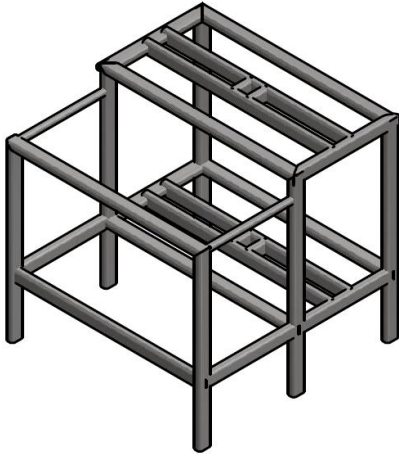
- |                                 |              |
|---------------------------------|--------------|
| 1. Tabung oksigen               | 10. V-Belt   |
| 2. Nozzel las oksi asitelin     | 11. Motor AC |
| 3. Tatakan nozzle               | 12. Penutup  |
| 4. Saluran media pendingin      | 13. Cekam    |
| 5. Rangka                       |              |
| 6. Selang pembuangan air        |              |
| 7. Selang saluran pendingin air |              |
| 8. Poros putar                  |              |
| 9. Gear Box                     |              |

### • Jenis - Jenis Komponen Utama

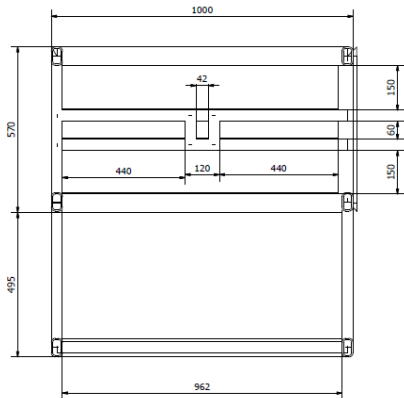
Jenis-jenis komponen berdasarkan fungsi dan kegunaannya dibagi menjadi beberapa unit komponen, yang terdiri dari:

#### ▪ Rangka

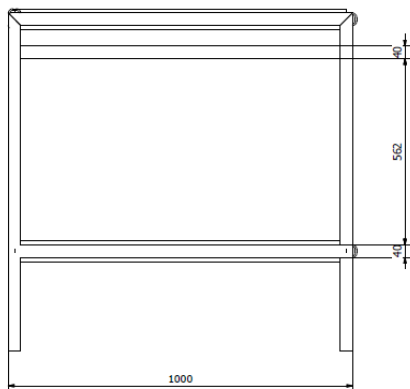
Pembuatan rangka diperlukan pemilihan bahan terlebih dahulu. Bahan yang dipilih adalah besi holo galvanis ukuran 1 m x 1 m x 1.5 mm, dengan ketebalan 1.25 mm.



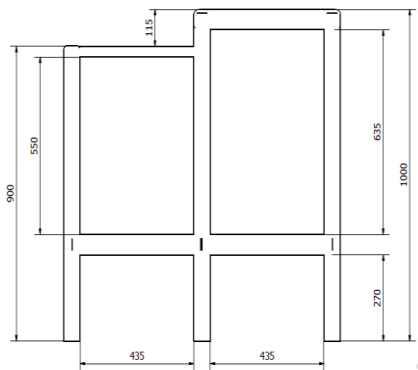
Gambar 3. Rangka



Gambar 4. Rangka 2D Tampak Atas



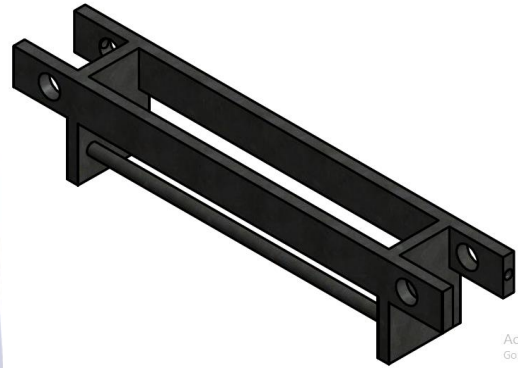
Gambar 5. Rangka 2D Tampak Depan



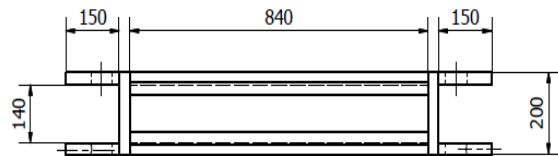
Gambar 6. Rangka 2D Tampak Samping

#### ▪ Tatakan Gerak

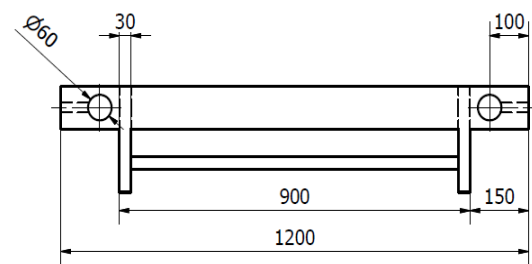
Tatakan gerak disini adalah tatakan yang bisa digerakkan secara manual berfungsi untuk mengatur jarak antara nozel dengan benda yang akan di uji. Dan tatakan gerak di alat ini ada 2. Yang lainnya berfungsi untuk menggerakkan *nozzle* dengan penyemprot air di sampingnya agar bisa berjauhan atau berdekatan sesuai apa yang diperlukan.



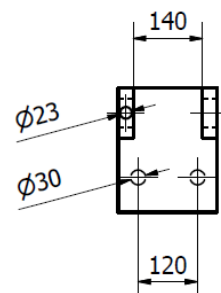
Gambar 7. Tatakan Gerak Panjang



Gambar 8. Tatakan Gerak Panjang 2D Tampak Atas



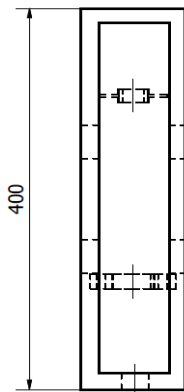
Gambar 9. Tatakan Gerak Panjang 2D Tampak Depan



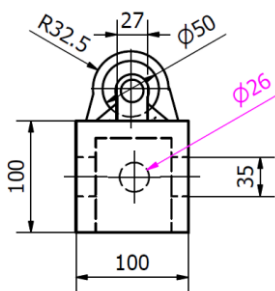
Gambar 10. Tatakan Gerak Panjang 2D Tampak Samping



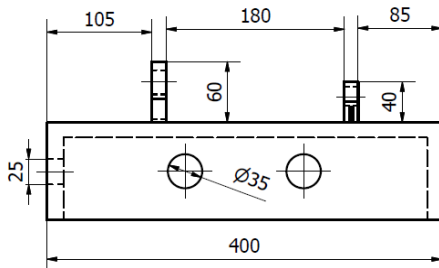
Gambar 11. Tatakan Gerak Nozel



Gambar 12. Tatakan Gerak Nozel 2D Tampak Atas



Gambar 13. Tatakan Gerak Nozel 2D Tampak Depan



Gambar 14. Tatakan Gerak Nozel 2D Tampak Samping

### • Cara Kerja Alat

Alat Flame Hardening ini akan bekerja ketika motor penggerak dihidupkan, kemudian putaran motor akan menggerakkan pulley reducer dan pulley transmisi untuk menggerakkan poros shafting bar yang menyambung pada benda uji. Lebih dahulu benda uji di pasang pada cekam, nozel oksi-asitelin di hidupkan. Tujuan nozel api ini untuk memanaskan benda uji hingga temperatur austenisasi, setelah di panaskan lalu langsung di dinginkan dengan media pendingin (air). Setelah semuanya terpasang, motor listrik dinyalakan dengan kecepatan yang diinginkan. Lama pengerjaan tergantung oleh benda uji yang diuji semakin besar kadar karbonnya semakin lama pengerjaan *surface hardening*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### • Data Awal

Data awal alat perlakuan panas permukaan tipe *flame hardening* ini didapatkan dari berbagai perhitungan. Data yang didapat sebagai berikut :

- Alat menggunakan penggerak motor listrik AC dengan daya (P) ¼ PK.
- Kecepatan motor listrik (n) 2800 rpm
- Sistem transmisi menggunakan *gear box/speed reducer* dengan spesifikasi model *gear box WPO*, tipe 50, perbandingan 1 : 50.
- Jarak sumbu antar poros
  - Jarak sumbu poros motor dengan sumbu poros *gear box* adalah 255 mm.
  - Jarak sumbu poros *gear box* dengan sumbu poros cekam spesimen uji adalah 300 mm

#### • Hasil Perhitungan

Data perhitungan didapatkan dari data yang telah didapat dan ditentukan oleh penulis.

- Perhitungan Daya Motor Listrik

Berdasarkan data diperoleh untuk daya motor sebesar 0,2 kW untuk ¼ PK, dan faktor koreksi yang diambil 1,5. Adapun persamaan untuk mencari daya rencana motor listrik sebagai berikut:

$$P_d = f_c \cdot P \quad (1)$$

Dimana:

$f_c$  = Faktor koreksi

$P$  = Daya normal (kW)



Maka:

$$P_d = f_c \cdot P$$

$$P_d = 1,5 \times 0,2 \text{ kW} = 0,3 \text{ kW}$$

Daya rencana 0,3 kW dan putaran motor listrik 2800 rpm

#### o Sistem Transmisi Gear

Pada hasil survei yang ada didapatkan bahwa putaran pada alat *flame hardening* ini tidak perlu memiliki putaran yang cepat, karena apabila putaran terlalu cepat maka panas api yang menyentuh permukaan spesimen uji atau benda yang diujikan akan membutuhkan waktu yang lama karena permukaannya yang terkena api menjadi sedikit dan cepat. Hasil yang didapat tidak sempurna, membutuhkan waktu yang lama saat pengujian, dan pemborosan dalam nyala api.

Jadi untuk sistem transmisi yang digunakan pada mesin ini terdiri dari beberapa komponen yaitu *gear box/speed reducer*, *pulley* dan *v-belt*, poros, dan motor listrik.

Mekanisme yang bekerja dari transmisi ini adalah dari motor listrik dengan putaran 2800 rpm ditransmisikan ke *gear box* dengan perbandingan 1:60 yang kemudian putaran tersebut akan direduksi/diperlambat.

#### ▪ Perhitungan kecepatan rpm yang didapat pada poros cekam spesimen uji :

$$n_3 = \frac{n_2}{i} \quad (2)$$

Dimana:

$n_3$  = Putaran Kecepatan Poros (rpm)

$n_2$  = Putaran kecepatan yang didapat

$Gearbox = 2800$  (rpm)

$i$  = perbandingan *Gear box* (1:60)

Diketahui:

$n_2$  = 2800 rpm

$i$  = 1 : 60

Maka:

$$n_3 = \frac{2800}{60} = 46 \text{ rpm}$$

Jadi putaran yang keluar dari *gear box* yaitu sebesar 46 rpm, selanjutnya putaran tersebut diteruskan ke poros yang juga menjadi pengecam spesimen uji.

#### o Perhitungan Sabuk V-Belt

##### ▪ Transmisi sabuk V pada motor ke *gear box*

Transmisi sabuk V digunakan untuk meneruskan motor listrik ke *gear box* pada mesin *flame hardening* diperoleh

jarak sumbu poros motor penggerak dengan sumbu poros *gear box* adalah 255 mm

Selanjutnya dapat dapat ditentukan panjang keliling sabuk dengan persamaan sebagai berikut:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (dp1) + \frac{1}{4c} (dp2)^2 \quad (3)$$

Dimana:

$C$  = Jarak sumbu poros (mm)

$dp1$  = Diameter *Pulley* Penggerak (mm)

$dp2$  = Diameter *Pulley* yang digerakkan (mm)

Diketahui:

$C$  = 255 mm

$dp1$  = 50 mm

$dp2$  = 50 mm

$\pi$  = 3,14

Maka:

$$L = 2 \times 255 + \frac{3,14}{2} (50) + \frac{1}{4 \times 300} (50)^2$$

$$L = 510 + 78,5 + \frac{1}{1200} (2500)$$

$$L = 588,5 + 2.0833$$

$$L = 590.5833 \text{ mm}$$

##### ▪ Transmisi sabuk V pada *gear box* ke poros

Transmisi sabuk V digunakan untuk meneruskan dari *gear box* ke poros yang juga menjadi cekam spesimen benda uji pada mesin *flame hardening* diperoleh jarak sumbu poros motor penggerak dengan sumbu poros *gear box* adalah 300 mm

Selanjutnya dapat dapat ditentukan panjang keliling sabuk dengan persamaan sebagai berikut :

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (dp1) + \frac{1}{4c} (dp2)^2$$

Dimana:

$L$  = Transmisi Sabuk (mm)

$C$  = Jarak sumbu poros (mm)

$dp1$  = Diameter *Pulley* Penggerak (mm)

$dp2$  = Diameter *Pulley* yang digerakkan (mm)

Diketahui:

$C$  = 300 mm

$dp1$  = 78 mm

$dp2$  = 78 mm

$\pi$  = 3,14

Maka:

$$L = 2 \times 300 + \frac{3,14}{2} (78) + \frac{1}{4 \times 300} (78)^2$$

$$L = 600 + 122,46 + \frac{1}{1200} (6084)$$

$$L = 722,46 + 5,07$$

$$L = 727,53 \text{ mm}$$

### ▪ Kecepatan linier sabuk

Setelah mengetahui panjang keliling sabuk selanjutnya menentukan kecepatan linier sabuk. Untuk menentukan kecepatan linier sabuk dapat menggunakan:

$$V = \frac{dp \cdot n1}{60 \times 1000} \quad (4)$$

Dimana:

$V$  = Kecepatan linier sabuk (m/s)

$dp$  = Diameter *pulley* motor (mm)

$n1$  = Putaran motor (rpm)

Diketahui:

$dp$  = 50 mm

$n1$  = 2800 rpm

Maka:

$$\begin{aligned} V &= \frac{50 \cdot 2800}{60 \times 1000} \\ &= \frac{140.000}{60.000} \\ &= 7,5 \text{ m/s} \end{aligned}$$

### ○ Perhitungan Poros

#### ▪ Momen puntir

Setelah mengetahui daya rencana proses selanjutnya adalah menentukan besarnya momen puntir pada poros. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$T = 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n1} \quad (5)$$

Dimana:

$T$  = Momen puntir (kg.mm)

$P_d$  = Daya rencana (watt)

$n1$  = Putaran kecepatan poros dari *gear box* (rpm)

Diketahui:

$p_d$  = 0,3 kW

$n1$  = 46 rpm

Maka:

$$\begin{aligned} T &= 9,74 \times 10^5 \frac{Pd}{n1} \\ T &= 9,74 \times 10^5 \frac{0,3}{2800} \\ &= 974000 \times 0,00010714 \\ &= 104,3571 \text{ kg.mm} \end{aligned}$$

#### ▪ Tegangan geser yang diijinkan

Setelah mengetahui momen puntir selanjutnya adalah menentukan tegangan geser. Bahan poros yang digunakan pada mesin panas permukaan tipe *flame hardening* ini menggunakan ST41 dengan kekuatan tarik 41 kg/mm<sup>2</sup>, dalam perencanaan sebuah poros harus diperhatikan pengaruh-pengaruh apa yang terjadi pada poros tersebut. Adapun pengaruh tersebut diantaranya adalah faktor pemakian dan faktor panas karena poros

pada alat ini berguna juga sebagai cekam pada spesimen uji, Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$\tau_a = \frac{\sigma_B}{(Sf1 \times Sf2)} \quad (6)$$

Dimana:

$\tau_a$  = Tegangan geser yang diijinkan (kg/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_B$  = tegangan tarik poros (kg/mm<sup>2</sup>)

$Sf1$  = faktor keamanan (6,0)

$Sf2$  = pengaruh kekerasan permukaan (3,0)

Maka:

$$\begin{aligned} \tau_a &= \frac{41 \text{ kg/mm}^2}{(6 \times 3)} \\ \tau_a &= \frac{41 \text{ kg/mm}^2}{18} \\ \tau_a &= 2,27 \text{ kg/mm}^2 \end{aligned}$$

#### ▪ Diameter poros

Setelah mengetahui tegangan geser selanjutnya adalah menentukan diameter poros. Adapun persamaannya sebagai berikut:

$$d_{poros} = \frac{5,1}{\tau_a} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T^{1/3} \quad (7)$$

Dimana:

$d_{poros}$  = Diameter Poros (mm)

$Kt$  = Faktor koreksi (kejut halus 1,5)

$\tau_a$  = Tegangan geser (kg/mm<sup>2</sup>)

$Cb$  = Faktor karena bahan lentur (2,0)

$T$  = Momen puntir (kg.mm)

Diketahui:

$Kt$  = 1,5

$\tau_a$  = 2,27 kg/mm<sup>2</sup>

$Cb$  = 2,0

$T$  = 104,3571 kg.mm

Maka:

$$\begin{aligned} d_{poros} &= \frac{5,1}{\tau_a} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T^{1/3} \\ d_{poros} &= \frac{5,1}{2,27} \cdot 1,5 \cdot 2,0 \cdot 104,3571^{1/3} \\ d_{poros} &= 24,00 \text{ mm} \end{aligned}$$

Karena untuk menyesuaikan poros yang ada dipasaran dan menghindari poros mengalami pemuaian yang cepat karena poros pada alat *flame hardening* ini juga menjadi cekam yang berhadapan langsung dengan api. Sehingga poros akan gampang bengkok karena poros disini langsung sambungkan dengan *gear box*. Maka dipilih besi dengan diameter 30 mm

## PENUTUP

### Simpulan

Dari hasil perancangan mesin *flame hardening* dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Rangka mesin *flame hardening* menggunakan holo galvanis yang di rangkai sesuai pada gambar yang di buat, kemudian di las untuk menggabungkan komponen menjadi satu, setelah rangka sudah jadi kemudian merangkai tatakan nozel yang terbuat dari besi leter u, ketika semua rangkaian sudah terpasang. Motor, *gear box*, nozel di pasangakan ke dalam rangka. Setelah semua terpasang mesin di nyalakan untuk memastikan semua bekerja dengan baik, untuk Spesifikasi mesin *flame hardening* mempunyai kapasitas beban maksimal seberat 3 kg, dan kecepatan putaran mesin maksimal 46 rpm, dengan desain ukuran dimensi 1m x 1m x 1,5m dengan ketebalan 1,25 mm, menggunakan holo galvanis.
- Mengatur putaran motor AC pada alat *flame hardening* ini menggunakan *dimmer*, *dimmer* ini berfungsi untuk menurunkan daya yang ada pada motor listrik lalu motor listrik meneruskan putarannya ke *gear box* untuk lebih mengurangi kecepatan menjadi sanga pelan. *Dimmer* ini berkapasitas 2000 watt.

#### Saran

Perancangan alat *flame hardening* masih jauh dari sempurna. Diperlukan pengkajian lebih dalam perancangannya sehingga mempunyai spesifikasi yang lebih baik dari segi kualitas bahan, sistem kerja mesin dan ekonomis. Beberapa saran yang dapat membangun mesin lebih sempurna yaitu :

- Pemilihan bahan rangka diperlukan kajian ulang sehingga lebih kuat dan lebih ekonomis.
- Perlu alat untuk mengatur kecepatan yang lebih modern lagi sehingga kecepatan mampu terditeksi dengan pasti.

#### DAFTAR PUSTAKA

Amanto Hari & Daryanto. (2003). *Ilmu Bahan*. Jakarta : PT. Bumi Aksara.

Anrinal. (2013). *Metalurgi Fisik*. Yogyakarta : CV. Andi Offset.

Budinski, K.G. dan Budinski M.K., 2010, *Engineering Materials, Properties and Selection*, Pearson Prentice Hall

Hamrock, dkk. 1999. *Fundamentals of Machine Element* . Singapore. Mc Graw-Hill

Indiyanto, Rus. (tanpa tahun). *Pengantar Pengetahuan Bahan Teknik*. FTI. UVN Veteran. Surabaya.

Khurmi, R.S. dan J.K. Gupta. (1982). *A Text Book of Machine Design*. Ramnagar New Delhi. Eurasia

Publishing House

Murthy, VSR, et al. (2003). *Structure and Properties Engineering Material*. Tata McGraw Hill. New Delhi.

Sularso. (1997). *Perencanaan Elemen mesin II*. Jakata: Pradya Paramita.

Suratman, Rochim. (1994). *Panduan Proses Perlakuan Panas*. Bandung: Lembaga Penelitian Institut Teknologi Bandung.

Surdia, Tata dan Saito, Shinroku.(1999); "*Pengetahuan Bahan Teknik*", PT. Pradnya Paramita, Jakarta.

Wargadinata, Arijanto S., (2002), *Pengetahuan Bahan*, Penerbit Universitas Trisakti